

METHOD AND APPARATUS FOR ETCHING REMOVAL AS WELL AS METHOD AND APPARATUS FOR CLEANING

Publication number: JP2000269178 (A)

Publication date: 2000-09-29

Inventor(s): YAMAZAKI SHINYA; AOKI HIDEMITSU

Applicant(s): NIPPON ELECTRIC CO

Classification:

- **international:** *B08B3/02; B08B3/08; C23F1/08; C23F1/18; C23F1/26; H01L21/00; H01L21/304; H01L21/306; H01L21/308; H01L21/3213; B08B3/02; B08B3/08; C23F1/08; C23F1/10; H01L21/00; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/306; B08B3/02; B08B3/08; C23F1/08; C23F1/18; H01L21/304; H01L21/308*

- **European:** *C23F1/18; C23F1/26; H01L21/00S2D2; H01L21/306B; H01L21/306N4; H01L21/3213C2*

Application number: JP19990068898 19990315

Priority number(s): JP19990068898 19990315

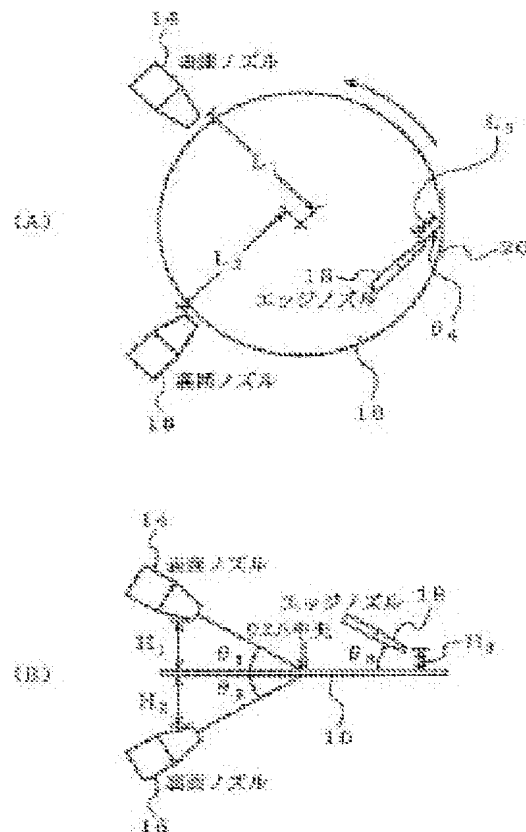
Also published as:

JP3395696 (B2)
EP1037261 (A2)
EP1037261 (A3)
EP1037261 (B1)
US6683007 (B1)

more >>

Abstract of JP 2000269178 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a treating liquid from flowing toward the central part on the surface of a wafer, by a method wherein a rear nozzle which holds and turns the wafer and which spouts a liquid to the center on the rear of the wafer is provided, and a surface nozzle which spouts a liquid to the center to the surface of the wafer is provided. **SOLUTION:** A wafer holding mechanism is a holding mechanism of a roller chuck system, and it comprises four wafer rollers which are connected to shafts. A surface nozzle 14 spouts a liquid to the center on the surface of a wafer, a rear nozzle 16 spouts a liquid to the center on the rear of the wafer, and an edge nozzle spouts a liquid to the periphery on the surface of the wafer.; The liquid which are spouted from the surface nozzle 14 and the rear nozzle 16 are spread toward the periphery of the wafer due to a centrifugal force by the rotation of the wafer. As the spouting state of the liquids from the surface nozzle 14 and the rear nozzle 16, the liquid may be supplied to the center of the wafer. As a result, the liquid may be spouted in a beam shape, or the liquid may be spouted in a spraying state.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-269178

(P2000-269178A)

(43)公開日 平成12年9月29日(2000.9.29)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/306		H 0 1 L 21/306	R 3 B 2 0 1
B 0 8 B 3/02		B 0 8 B 3/02	B 4 K 0 5 7
		3/08	A 5 F 0 4 3
C 2 3 F 1/08	1 0 3	C 2 3 F 1/08	1 0 3
1/18		1/18	

審査請求 有 請求項の数37 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-68898

(22)出願日 平成11年3月15日(1999.3.15)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 山▲崎▼ 進也

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(72)発明者 青木 秀充

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(74)代理人 100086645

弁理士 岩佐 義幸

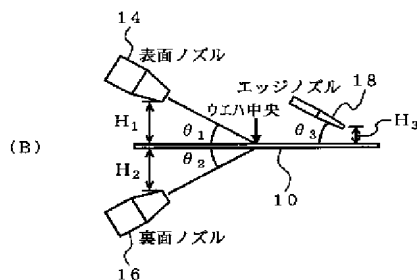
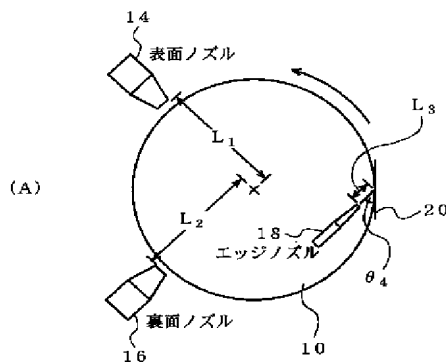
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エッチング除去方法および装置と洗浄方法および装置

(57)【要約】

【課題】 ウェハのエッジに付着した金属膜、汚染金属を除去または洗浄する装置を提供する。

【解決手段】 ウェハ10を回転しつつ保持するウェハ保持機構と、ウェハ表面中央に純水を供給する表面ノズル14と、ウェハ表面周辺にエッチング液または洗浄液を供給するエッジノズル18と、ウェハ裏面中央にエッチング液または洗浄液を供給する裏面ノズル16とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】ウェハ上の不所望な金属膜をエッチング除去する装置において、

ウェハを保持して回転させる手段と、

デバイス形成領域外のウェハ表面周辺に存在する不所望な金属膜を除去するためのエッチング液をウェハ表面周辺に噴出する 1 つ以上のエッジノズルと、

ウェハ裏面中央にエッチング液を噴出する 1 つの裏面ノズルを、備えることを特徴とするエッチング除去装置。

【請求項 2】エッジノズルからエッチング液を噴出する方向は、ウェハの回転方向、またはウェハ接線より外側を向いていることを特徴とする請求項 1 記載のエッチング除去装置。

【請求項 3】前記裏面ノズルの先端からウェハ表面中央までの距離は、70～200mm であり、

前記裏面ノズルの中心軸がウェハ表面となす角度は、15～60° であり、

前記エッジノズルの先端から、ノズルの中心軸がウェハ表面周辺と交わる点までの距離は、1～50mm であり、

ウェハの上面から見て、前記エッジノズルの中心軸と、前記エッジノズルの中心軸がウェハ表面周辺と交わる点において、ウェハ回転方向の接線となす角度は、0～90° である、ことを特徴とする請求項 1 記載のエッチング除去装置。

【請求項 4】デバイス形成領域内のウェハ表面と反応しない液体をウェハ表面中央に噴出する 1 つの表面ノズルをさらに備えることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載のエッチング除去装置。

【請求項 5】前記表面ノズルの先端からウェハ裏面中央までの距離は、70～200mm であり、

前記表面ノズルの中心軸がウェハ裏面となす角度は、15～60° である、ことを特徴とする請求項 4 記載のエッチング除去装置。

【請求項 6】前記エッジノズルは、ビーム状にエッチング液を噴出することを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載のエッチング除去装置。

【請求項 7】前記ウェハを保持して回転させる手段は、複数のローラを有するローラチャック方式によるものであることを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載のエッチング除去装置。

【請求項 8】前記ウェハを保持して回転させる手段は、複数のピンを有するピンチャック方式によるものであり、回転中にピンによるチャック位置を変えることができることを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載のエッチング除去装置。

【請求項 9】前記ウェハを保持して回転する手段は、複数のピンを 1 組とする 2 組のピンを有するピンチャック方式によるものであり、各組のピンは交互に配置されており、一方の組のピンによるウェハ保持と、他方の組の

ピンによるウェハ保持とを切換えることのできることを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載のエッチング除去装置。

【請求項 10】ピンチャックの停止位置が互いに異なり、前記ウェハを保持して回転する第 1 と第 2 の手段を有し、第 1 の手段でエッチング後、第 2 の手段に移し替える手段を設けたことを特徴とする請求項 1～6 に記載のエッチング除去装置。

【請求項 11】ウェハ上に付着した汚染金属を洗浄する装置において、

ウェハを保持して回転させる手段と、

付着した汚染金属を洗浄するための洗浄液を、ウェハ表面周辺に噴出する 1 つ以上のエッジノズルと、

付着した汚染金属を洗浄するための洗浄液を、ウェハ裏面中央に噴出する 1 つの裏面ノズルと、を備えることを特徴とする洗浄装置。

【請求項 12】エッチングノズルからエッチング液を噴出する方向は、ウェハの回転方向、またはウェハ接線より外側を向いていることを特徴とする請求項 11 記載の洗浄装置。

【請求項 13】前記裏面ノズルの先端からウェハ裏面中央までの距離は、70～200mm であり、

前記裏面ノズルの中心軸がウェハ裏面となす角度は、15～60° であり、前記エッジノズルの先端から、ノズルの中心軸がウェハ表面周辺と交わる点までの距離は、1～50mm であり、

ウェハの上面から見て、前記エッジノズルの中心軸と、前記エッジノズルの中心軸がウェハ表面周辺と交わる点において、ウェハ回転方向の接線となす角度は、0～90° である、ことを特徴とする請求項 11 記載の洗浄装置。

【請求項 14】デバイス形成領域内のウェハ表面と反応しない液体をウェハ表面中央に噴出する 1 つの表面ノズルと、をさらに備えることを特徴とする請求項 11 または 12 記載の洗浄装置。

【請求項 15】前記表面ノズルの先端からウェハ表面中央までの距離は、70～200mm であり、

前記表面ノズルの中心軸がウェハ表面となす角度は、15～60° である、ことを特徴とする請求項 14 記載の洗浄装置。

【請求項 16】前記エッジノズルは、ビーム状に洗浄液を噴出することを特徴とする請求項 11～15 のいずれかに記載の洗浄装置。

【請求項 17】前記ウェハを保持して回転させる手段は、複数のローラを有するローラチャック方式によるものであることを特徴とする請求項 11～16 のいずれかに記載の洗浄装置。

【請求項 18】前記ウェハを保持して回転させる手段は、複数のピンを有するピンチャック方式によるものであり、回転中にピンによるチャック位置を変えることが

できることを特徴とする請求項 11～16 のいずれかに記載の洗浄装置。

【請求項 19】前記ウェハを保持して回転する手段は、複数のピンを 1 組とする 2 組のピンを有するピンチャック方式によるものであり、各組のピンは交互に配置されており、一方の組のピンによるウェハ保持と、他方の組のピンによるウェハ保持とを切替えることのできることを特徴とする請求項 11～16 のいずれかに記載の洗浄装置。

【請求項 20】ウェハ上に存在する不所望な金属膜をエッチング除去する方法において、デバイス形成領域外のウェハの表面周辺に存在する不所望な金属膜を、ウェハを回転しつつ、エッジノズルからウェハ表面周辺にエッチング液を噴出することによって、除去することを特徴とするエッチング除去方法。

【請求項 21】デバイス形成領域内のウェハ表面と反応しない液体を、表面ノズルからウェハ表面中央に噴出することを特徴とする請求項 20 記載のエッチング除去方法。

【請求項 22】ウェハ上に存在する不所望な金属膜をエッチング除去する方法において、デバイス形成領域外のウェハの表面周辺、端面、裏面に存在する不所望な金属膜を、ウェハを回転しつつ、エッジノズルからウェハ表面周辺にエッチング液を噴出し、裏面ノズルからウェハ裏面中央にエッチング液を噴出することによって、除去することを特徴とするエッチング除去方法。

【請求項 23】デバイス形成領域内のウェハ表面と反応しない液体を、表面ノズルからウェハ表面中央に噴出することを特徴とする請求項 22 記載のエッチング除去方法。

【請求項 24】エッジノズルからエッチング液を噴出する方向は、ウェハの回転方向、またはウェハ接線より外側を向いていることを特徴とする請求項 20～23 のいずれかに記載のエッチング除去方法。

【請求項 25】前記不所望な金属膜が Cu 膜である場合に、前記エッチング液は、 H_2O_2 を含む酸またはアルカリ溶液であることを特徴とする請求項 20～24 のいずれかに記載のエッチング除去方法。

【請求項 26】前記不所望な金属膜が Cu 膜である場合に、前記エッチング液は、FPM ($HF/H_2O_2/H_2O$)、SPM ($H_2SO_4/H_2O_2/H_2O$)、HPM ($HCl/H_2O_2/H_2O$)、硝酸過酸化水素水 ($HNO_3/H_2O_2/H_2O$)、APM ($NH_4OH/H_2O_2/H_2O$)、濃硝酸よりなる群から選ばれることを特徴とする請求項 20～24 のいずれかに記載のエッチング除去方法。

【請求項 27】前記 Cu 膜の下地が SiO_2 膜である場合に、前記エッチングの組成は、

$HF:H_2O_2:H_2O=1\sim10:1\sim20:100$

$H_2SO_4/H_2O_2/H_2O=1\sim10:1\sim20:100$

$HCl/H_2O_2/H_2O=1\sim10:1\sim20:100$

$HNO_3/H_2O_2/H_2O=1\sim10:1\sim20:100$

$NH_4OH/H_2O_2/H_2O=1\sim10:1\sim20:100$

濃硝酸 (30%～80%)

であることを特徴とする請求項 26 記載のエッチング除去方法。

【請求項 28】前記 Cu 膜の下地が SiO_2 膜である場合に、前記 FPM の組成は、 $HF:H_2O_2:H_2O=1:10:100$ であることを特徴とする請求項 26 記載のエッチング除去方法。

【請求項 29】前記不所望な金属膜が Cu 膜である場合に、デバイス形成領域内のウェハ表面を保護するために、前記表面ノズルから噴出する液体は、純水または有機酸水溶液であることを特徴とする請求項 21～28 のいずれかに記載のエッチング除去方法。

【請求項 30】前記有機酸水溶液は、0.001%～5% のシュウ酸、クエン酸、マロン酸よりなる群から選ばれることを特徴とする請求項 29 記載のエッチング除去方法。

【請求項 31】前記不所望な金属膜が Ta 膜、Ta₂N 膜、または酸化タンタル膜である場合に、前記エッチング液は、HF 溶液であることを特徴とする請求項 20～24 のいずれかに記載のエッチング除去方法。

【請求項 32】ウェハ上に付着した汚染金属を洗浄する方法において、

デバイス形成領域外のウェハの表面周辺、端面、裏面に付着した汚染金属を、ウェハを回転しつつ、エッジノズルからウェハ表面周辺に洗浄液を噴出し、裏面ノズルからウェハ裏面中央に洗浄液を噴出し、前記エッジノズルから噴出される洗浄液が、ウェハとの接触箇所でウェハの中央に向かって跳ね返った場合に、デバイス形成領域内のウェハ表面を保護するために、デバイス形成領域内のウェハ表面と反応しない液体を、表面ノズルからウェハ表面中央に噴出することによって、洗浄することを特徴とする洗浄方法。

【請求項 33】エッジノズルからエッチング液を噴出する方向は、ウェハの回転方向、またはウェハ接線より外側を向いていることを特徴とする請求項 32 記載の洗浄方法。

【請求項 34】前記汚染金属が Cu である場合に、前記洗浄液は、 H_2O_2 を含む酸またはアルカリ溶液であることを特徴とする請求項 32 または 34 記載の洗浄方法。

【請求項 35】前記汚染金属が Cu である場合に、前記洗浄液は、FPM ($HF/H_2O_2/H_2O$)、SPM

($\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$), HPM ($\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$), 硝酸過酸化水素水 ($\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$), APM ($\text{NH}_4\text{OH}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$), 濃硝酸よりなる群から選ばれることを特徴とする請求項 32 または 34 記載の洗浄方法。

【請求項 36】前記汚染金属が Cu である場合に、デバイス形成領域内のウェハ表面を保護するために、前記表面ノズルから噴出する液体は、純水または有機酸水溶液であることを特徴とする請求項 32～35 のいずれかに記載の洗浄方法。

【請求項 37】前記有機酸水溶液は、0.001%～5%のシュウ酸、クエン酸、マロン酸よりなる群から選ばれることを特徴とする請求項 36 記載の洗浄方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体デバイスの製造工程において用いられるエッチング除去方法および装置に関し、さらには半導体デバイスの製造工程において用いられる洗浄方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ウェハ上に半導体デバイスを作製する場合に、不要なあるいは不所望な材料をエッチングで除去したり、ウェハ上あるいはデバイス上に付着した汚染物を洗浄することが一般に行われている。

【0003】このような除去や洗浄において、特にウェハの表面周辺、端面、裏面周辺、裏面に存在する不所望な材料を除去したり、あるいは汚染物を除去したりすることが要求されることがある。ここで、端面とはウェハの外周の側面を指し、表面周辺とはウェハ表面でデバイス形成領域と端面との間の領域を指し、裏面周辺とはウェハ裏面で不所望な金属膜が形成された領域を指す。

【0004】例えば配線材料として Al に代えて導電率の高い Cu が用いられる場合に、Cu 配線は、 SiO_2 膜上に溝を形成し、電界メッキにより Cu 成膜した後、化学機械研磨 (CMP) により形成されることが多い。これは、いわゆるダマシン法と呼ばれている Cu 配線形成方法である。

【0005】このような Cu 配線の形成は、具体的には、 SiO_2 膜に溝を形成し、Cu の拡散を防止するためのバリアメタル (例えば、Ta, TaN など) をスパッタ成膜し、続いてシード Cu をスパッタ成膜し、電解メッキにより Cu を成膜している。電解メッキは、ウェハ表面上にデバイス形成領域を囲むリングを設け、リングの内側にメッキ液を注入して行われる。しかし、リングからメッキ液が漏れると、リング外、すなわちウェハの表面周辺に Cu が成膜されてしまう。このような Cu 膜は不所望な材料である。というのは、メッキされた Cu と SiO_2 とは密着性が低いので、ウェハ表面周辺の Cu 膜は、その後の成膜工程などにおいて膜の応力などにより膜剥がれが生じ、ラインの汚染を生じるからであ

る。したがって、このようなウェハ表面周辺に形成された Cu 膜は除去しなければならない。

【0006】さらに、CMP 後は、ウェハは、研磨屑である Cu で汚染される。このような Cu は、その後の加熱処理によって、 Si 基板および SiO_2 膜内を拡散し、デバイス領域に達すると半導体デバイスの性能に悪影響を及ぼす原因となる。ウェハである Si 基板の表面周辺、端面、裏面に付着した Cu は剥がれにくく、したがって洗浄で除去しなければならない。

10 【0007】以上の工程に用いられるウェハのサイズが例えば 8 インチの場合、デバイス形成領域の端からウェハ端面までの距離は例えば約 5 mm である。デバイス形成領域を大きくするためには、 SiO_2 膜をさらにウェハ端面から 1.5～2 mm にまで近づけて形成することが望ましい。このような場合、シード Cu を全面スパッタにより成膜すると、シード Cu はウェハの表面周辺から端面に回り込んで裏面周辺にまで成膜される。次工程の電解メッキ時に、リングからメッキ液が漏れて表面周辺から端面へ回り込んで、Cu 膜がシード Cu 上に形成される。

20 【0008】この Cu 膜はシード Cu の上に形成されるので剥がれのおそれはないが、ウェハの端面に Cu が付着されていると、この Cu がウェハのキャリアやロボットアームに付着し、搬送系でクロス汚染を生じる。したがってウェハ端面に付着した Cu は除去しておくことが要求される。

30 【0009】デバイス形成領域外の周辺の距離が 1.5～2 mm といったように極めて小さいので、この除去は制御性が良くなければならない。このことは、CMP 後に、ウェハの表面周辺、端面、裏面に付着した汚染 Cu を洗浄する際にも同様である。

【0010】以上のようにウェハの表面周辺、端面、裏面の不所望な Cu 膜、汚染 Cu を、除去あるいは洗浄するには、以下の従来技術がある。

40 【0011】図 25 は、従来技術の一例を示す。この従来技術では、ウェハ 10 のデバイス形成領域に FPM ($\text{HF}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ の混合液) 耐性のある保護膜を成膜し、ウェハ全体をエッチング液 FPM 中に浸漬して保護膜形成領域以外を、洗浄するものである。その後、保護膜 12 を除去する。

【0012】図 26 は、従来技術の他の例を示す。この従来技術では、ウェハ 10 の表面を下向きにしてウェハを回転させ、ウェハ裏面側にエッチング液 FPM を供給しながら、ウェハ表面側に窒素などの気体を供給する。窒素などの気体によってウェハ表面を保護しながら、端面に回り込む FPM を制御してウェハ裏面と、ウェハ表面周辺を洗浄するものである。

【0013】

50 【発明が解決しようとする課題】図 25 の従来技術は、ウェハ表面保護膜の成膜においては、保護膜を表面周辺

に成膜させない工夫が必要となり、また保護膜の除去においては、ウェハ表面に形成されている半導体デバイス配線材料などにダメージを与えないことが必須となる。レジストを保護膜として処理する場合には、工程数が増えるという問題が生じ、また、配線材料などにダメージを与えることなく保護膜を除去するのは難しい。

【0014】図26の従来技術は、ウェハ端面へのFPMの回り込みをウェハ回転数とウェハ表面側に供給する窒素などの気体の流量で制御しており、その制御は困難である。ウェハ表面（下面）で気体と洗浄液が接する部分がウェハ外周に沿って波打ってしまい、ある部分ではデバイス形成領域まで洗浄液が到達してデバイス形成面が腐食されたり、ある部分ではウェハ表面周辺領域が洗浄できなくて不所望な金属膜が残ってしまうことがある。したがって、デバイス形成領域外の周辺の距離が1.5～2.0mmというように小さい場合には、使用することができない。

【0015】本発明の目的は、上記のような従来技術の問題を解決したエッチング除去方法および装置と、洗浄方法および装置とを提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明のエッチング除去装置および洗浄装置は、ウェハを保持して回転させる手段と、液体をウェハ裏面中央に噴出する1つの裏面ノズルと、液体をウェハ表面中央に噴出する1つの表面ノズルとを備えている。

【0017】エッジノズルおよび裏面ノズルからは、エッチング除去または洗浄の用途に応じて、エッチング液または洗浄液が供給される。また表面ノズルからは、ウェハ表面を保護するための液体が供給される。

【0018】本発明の装置は、特に、ダマシン法によりCu配線を形成する場合に、Cuメッキ液の漏れによりウェハ周辺部に形成されメッキCuを除去し、またメッキCuを化学機械研磨した後にウェハ周辺部および裏面に付着した汚染Cuを洗浄するのに特に適している。

【0019】特にエッジノズルからは、液体をビーム状に噴出させるので、表面周辺の不所望な金属膜、汚染金属を制御性良く除去あるいは洗浄することが可能となる。

【0020】また、ウェハ表面には、表面ノズルから純水などを供給し、ウェハ表面を保護しているので配線材料などがダメージを受けることはない。

【0021】エッチング除去装置の場合には、除去すべき金属膜がウェハの表面周辺にのみ存在する場合には、裏面ノズルを省くこともできる。

【0022】

【発明の実施の形態】図1は、本発明のエッチング除去装置および洗浄装置の一実施の形態におけるノズルの取付け位置を示す図である。エッチング除去装置も洗浄装置も、基本的には同一構造であるので、以下の説明では

これらを区別することなく説明する。

【0023】この実施の形態では、表面ノズル14と、裏面ノズル16と、エッジノズル18とを設けた例を示す。図1(A)はウェハ10の表面から見た平面図、図1(B)は側面図である。

【0024】表面ノズル14はウェハ表面中央に、裏面ノズル16はウェハ裏面中央に、エッジノズルはウェハ表面周辺に、液体を噴出する。

【0025】これらノズルの取付位置、取付角度は、ウェハサイズに依存するが、150mm、200mm、300mmウェハを予定して、位置および角度を設定した。

【0026】一例として、表面ノズル14のウェハ表面からの高さ H_1 は、10～100mmであり、この実施例では50mmとした。また、裏面ノズル16のウェハ裏面からの高さ H_2 は、10～100mmであり、この実施例では50mmとした。また、エッジノズル18のウェハ表面からの高さ H_3 は、5～50mmであり、この実施例では10mmとした。

【0027】表面ノズル14の先端からウェハ表面中央への距離 L_1 は、70～200mmであり、この実施例では120mmとした。また、裏面ノズル16の先端からウェハ裏面中央への距離 L_2 は、70～200mmであり、この実施例では120mmとした。また、エッジノズル18の先端から、ノズル中心線がウェハ表面と交わる点までの距離 L_3 は、1～50mmであり、この実施例では10mmとした。

【0028】図1(B)のウェハ側面から見て、表面ノズル14がウェハ表面となす角度 θ_1 は、15～60°であり、この実施例では45°とした。また、裏面ノズル16がウェハ表面となす角度 θ_2 は、15～60°であり、この実施例では45°とした。また、エッジノズル18がウェハ表面となす角度 θ_3 は、10～50°であり、この実施例では35°とした。

【0029】図1(A)のウェハ表面を上から見て、エッジノズル18の中心線がウェハ表面周辺と交わる点において、ウェハ回転方向の接線20となす角度 θ_4 は、0～90°であり、この実施例では45°とした。すなわち、エッジノズル18から噴出された液体がウェハ表面周辺部から内側方向に流れ込まないように噴出できればよい。

【0030】なお、表面ノズル14および裏面ノズル16から噴出された液体は、ウェハの回転による遠心力でウェハ周辺に向かって拡げられるので、表面ノズル14および裏面ノズル16の液体の噴出状態は、ウェハ中央に液体を供給すればよいので、液体をビーム状に噴出させる、あるいは液体を散布状態で噴出させるのいずれであってもよい。

【0031】一方、エッジノズル18は、ウェハ表面周辺に制御性良く液体を接触させることが要求されるの

10

20

30

40

50

で、液体を直径が0.5～2.0mmのビーム状に噴出させる構造のもの、またはウェハ外周部に沿って扇状に噴出させる構造のものである。

【0032】以上の例では、エッジノズルを1個として説明したが、1個に限るものではなく、2個以上設けることもできる。

【0033】図2は、本実施の形態において、ウェハ保持機構の一例を示す図である。(A)は略斜視図、(B)は側面図である。

【0034】このウェハ保持機構は、ローラーチャック方式の保持機構であり、それぞれが回転軸24に連結された4個のウェハローラー22を有している。ウェハローラーの周囲側面には、ウェハ10を支持する溝26が形成されており、これら溝にウェハ10が支持され、ウェハローラー22が回転することによりウェハが回転する構造となっている。

【0035】この例ではウェハローラーの個数は4個であったが、これに限るものではなく、3～8個の範囲内の個数であれば、いかなる個数であってもよい。

【0036】このローラーチャック方式のウェハ保持機構は、ウェハの同一箇所端面がウェハローラーに常時支持されることがないので、ウェハ全周囲の端面の処理を行うことが要求される、本発明のエッチング除去方法および洗浄方法に用いるには好適である。ウェハローラー22と回転軸24の位置は固定されているので、裏面ノズル16から噴出された液体が回転軸24によって遮られることがなく、液体をウェハ裏面に無駄なく良好に接触させることができる。

【0037】図3は、ウェハ保持機構の他の例を示す図である。(A)は略斜視図、(B)は側面図である。

【0038】このウェハ保持機構は、ピンチャック方式の保持機構であり、回転台28に連結された、ウェハを支持する段差が設けられ4個のピン30を有している。

【0039】ウェハ10は、ピン30の段差上に支持され、回転台28が回転する構造となっている。

【0040】この例ではピンの個数は4個であったが、これに限るものではなく、3～8個としてもよく、いかなる個数であってもよい。

【0041】このピンチャック方式のウェハ保持機構は、ピンがウェハ端面の同一箇所を常時支持することを避けるために、処理中に一瞬だけピンチャックの保持機構を少し緩めて、ウェハ回転数を低下させることで、惰性によりウェハの保持位置がずれる。このウェハ持ち替え機構により、ウェハのチャック位置が変わる。

【0042】あるいは、ウェハの回転を一旦停止して、ハンドラなどによりウェハを持ち上げて、チャック位置を変えても良い。

【0043】あるいは、停止状態でチャックの位置が異なる2つのウェハ保持機構を設け、第1のウェハ保持機構での処理が終了したのち、第2のウェハ保持機構に移

し替えることでもチャック位置を変更することができる。

【0044】図4は、ウェハ保持機構のさらに他の例を示す図である。(A)は略斜視図、(B)は側面図である。

【0045】このウェハ保持機構は、図3と同様にピンチャック方式の保持機構であるが、ウェハの持ち替え手段が、図3とは異なっている。

【0046】このウェハ保持機構は、4個のピンaと、4個のピンbとを交互に配置し、処理の前半はピンaにてウェハ10を支持し、処理の後半はピンbにてウェハ10を支持することによって、ウェハ端面へのピン接触部を変えることができる。

【0047】この例では、ピンの個数の総計は8個であるが、ピンa、bをそれぞれ3個ずつとすることもできる。

【0048】以上、ウェハ保持機構の3つの例を説明したが、ローラーチャック方式とピンチャック方式の併用方式も可能である。この場合には、ピンチャック機構自体には、図3、図4で説明したようなウェハ持ち替え手段は不要であり、ウェハを持ち替える場合には、ピンチャックを解放し、ウェハローラーでウェハを回転し、前とは異なる位置をピンチャックするようにすればよい。

【0049】以上で半導体デバイスのエッチング除去装置および洗浄装置の構造について説明した。

【0050】以下、本発明のエッチング除去方法および洗浄方法の実施例を、Cu配線を形成する場合について説明するが、用いるエッチング除去装置および洗浄装置は、図1～図4において説明したいずれの装置をも使用することができる。

【0051】

【実施例1】図5は、実施例1の工程フローを示す。図6～図11は、各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図を示す。

【0052】以下、各工程順に説明する。

【0053】(1)配線溝形成

図6に示すように、ウェハを構成するSi基板32上のデバイス形成領域上に酸化膜(SiO₂)34を成膜し、配線溝36を形成する。この例では、デバイス形成領域の端からウェハ端面までのウェハ表面周辺部の距離は約5mmとする。

【0054】(2)バリアメタル、シードCu成膜

図7に示すように、Cuの拡散を防止するためのバリアメタル(例えば、Ta、Ta₂Nなど)38をスパッタ成膜し、続いてシードCu40をスパッタ成膜する。ここで、バリアメタル38やシードCu40をスパッタ成膜するとき、ウェハ表面周辺部をシールドリングで覆い、これらのスパッタ膜が形成されないようにしている。

【0055】(3)メッキCu成膜

図8に示すように、図示しないがOリングを設けて、O

リング内にメッキ液を注入して電解メッキによりメッキCu42を成膜する。このとき、従来技術で説明したように、Oリングの外部へメッキ液が漏れ、酸化膜34上にメッキCu44が成長する。このメッキCu44は剥がしやすく、ライン汚染の原因となるので除去されなければならない。

【0056】(4) 不所望なメッキCuのエッチング除去

この工程では、本発明の前述したエッチング除去装置のウェハ保持機構にウェハを保持する。

【0057】表面ノズル14から、Cuをエッチングしない溶液、例えば純水または有機酸水溶液(0.001%~5%のシュウ酸、クエン酸、マロン酸等)を噴出し、ウェハ表面の中央部に供給する。この実施例では、純水を供給するものとする。

【0058】同時に、エッジノズル18から、Cuをエッチングするが下地のSiO₂はエッジしにくいCu/SiO₂選択比の大きい溶液を噴出し、ウェハの表面周辺に供給する。

【0059】Cuをエッチングする溶液としては、H₂O₂を含む酸またはアルカリ溶液が好ましく、例えばFPM(HF/H₂O₂/H₂O)、SPM(H₂SO₄/H₂O₂/H₂O)、HPM(HCl/H₂O₂/H₂O)、硝酸過酸化水素水(HNO₃/H₂O₂/H₂O)、APM(NH₄OH/H₂O₂/H₂O)、濃硝酸などがある。

【0060】これら溶液において、Cu/SiO₂のエッチング選択比が大きい組成は、以下のとおりである。

【0061】HF:H₂O₂:H₂O=1~10:1~20:100

H₂SO₄/H₂O₂/H₂O=1~10:1~20:100

HCl/H₂O₂/H₂O=1~10:1~20:100

HNO₃/H₂O₂/H₂O=1~10:1~20:100

NH₄OH/H₂O₂/H₂O=1~10:1~20:100

濃硝酸(30%~80%)

図12に、一例としてCu/SiO₂エッチング選択比のFPM組成比依存性を示す。図12によれば、Cu/SiO₂選択比は、組成比1:10:100で約250と最も大きいことがわかる。

【0062】この実施例では、エッジノズルからの供給する溶液として、FPMを用いるものとする。

【0063】エッチング除去装置においてウェハを回転させながら、表面ノズル14より純水を、エッジノズル18からFPMを噴出する。

【0064】表面ノズル14より噴出された純水、およびエッジノズル18より噴出されたFPMは、ウェハの

回転による遠心力によってウェハ外周に向かって流れるため、ウェハ中央に向かってFPMが流れ込むことが防止される。また、ウェハ表面のデバイス形成領域は純水で覆われているため、ウェハ回転によるFPMの跳ね返りが発生した場合でもデバイス形成領域のウェハ表面を保護することができる。よって、ウェハ表面に形成されているメッキCu42および酸化膜34へのダメージを避けることができる。

【0065】また、エッジノズル18からは、FPMがビーム状となって噴出されるので、FPMがウェハと接触する位置を正確に調整できるので、不所望なメッキCu44を制御性良くエッチング除去できる。不所望なメッキCu44が除去された状態を、図9に示す。

【0066】(5) Cuアニール

アニールを行って、メッキCu42の膜質を改善する。

【0067】(6) Cu-CMP

化学機械研磨を、酸化膜34の表面まで行って、メッキCu42、シードCu40、バリアメタル38を除去して、図10に示すようにCu配線46を形成する。CMPにより研磨屑であるCuがシリコン基板32のウェハの表面周辺、端面、裏面に付着する。

【0068】(7) 汚染Cuの除去

この工程では、本発明の前述した洗浄装置のウェハ保持機構にウェハを保持する。

【0069】表面ノズル14から純水を噴出し、ウェハ表面の中央部に供給する。同時に、エッジノズル18および裏面ノズル16からFPMを噴出する。表面ノズル14から噴出した純水、およびエッジノズル18および裏面ノズル16から噴出されたFPMは、ウェハの回転によりウェハ端面に向かって流れる。このとき、デバイス形成領域のメッキCu42および酸化膜34は、純水で保護されているので、これらにダメージを与えることなく、ウェハの表面周辺、端面、裏面に付着した汚染Cuは、FPMに溶解され、Si基板表面から除去される。すなわち洗浄される。図11は、以上の洗浄処理により、汚染Cuが除去された状態を示す。

【0070】洗浄液としては、エッチング液と同様に、FPM以外に、汚染Cuの除去性の良いH₂O₂を含む酸またはアルカリ溶液が好ましく、例えばSPM(H₂SO₄/H₂O₂/H₂O)、HPM(HCl/H₂O₂/H₂O)、硝酸過酸化水素水(HNO₃/H₂O₂/H₂O)、APM(NH₄OH/H₂O₂/H₂O)、濃硝酸などがある。

【0071】また、表面ノズル14から供給する保護のための液体は、純水以外にも、Cuを溶解しない有機酸水溶液(0.001%~5%のシュウ酸、クエン酸、マロン酸等)とすることもできる。

【0072】

【実施例2】実施例2は、有効なデバイス形成領域を大きくするために、実施例1よりもデバイス形成領域をさ

らにウェハ端面に近づけた状態でCu配線を形成する場合である。工程フローは、図5に示したフローと同じである。図13～図18は、各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図を示す。

【0073】以下、各工程順に説明する。

【0074】(1) 配線溝形成

図13に示すように、ウェハを構成するSi基板32上のデバイス形成領域上に酸化膜(SiO₂)34を成膜し、配線溝36を形成する。この例では、デバイス形成領域の端からウェハ端面までの距離は約2mmとする。

【0075】(2) バリアメタル、シードCu成膜

図14に示すように、Cuの拡散を防止するためのバリアメタル(例えば、Ta、Ta₂Nなど)38をスパッタ成膜し、続いてシードCu40をスパッタ成膜する。この場合、実施例1とは異なり、シールドリングなしにスパッタしたり、ウェハの直径より若干小さい直径の載置台においてスパッタすることで、ウェハ裏面周辺領域まで成膜することができる。前述したように、デバイス形成領域の端からウェハ端面までの距離は非常に短いので、シードCu40はウェハの表面周辺から端面さらには裏面周辺にまで回り込んで成膜される。このようなシードCuは、後の加熱工程でデバイス領域に拡散し悪影響を与えるし、またクロス汚染の原因にもなるので除去されなければならない。

【0076】(3) メッキCu成膜

図15に示すように、図示しないがリングを設けて、リング内にメッキ液を注入して電解メッキによりメッキCu42を成膜する。このとき、メッキ液が漏れ、シードCu40上にメッキCu44が成長する。このようなメッキCuは、クロス汚染を生じるので除去されなければならない。

【0077】(4) 不所望なシードCuおよびメッキCuのエッチング除去

この工程では、本発明の前述したエッチング除去装置のウェハ保持機構にウェハを保持する。ウェハを回転させながら、表面ノズル14から純水を噴出し、ウェハ表面の中央部に供給する。同時に、エッジノズル18から、FPMをウェハの表面周辺に供給し、裏面ノズル16からFPMをウェハ裏面中央にFPMを供給して、ウェハの表面周辺、端面、裏面周辺のシードCu40およびメッキCu44をエッチング除去する。除去された状態を、図16に示す。

【0078】(5) Cuアニール

アニールを行って、メッキCu42の膜質を改善する。

【0079】(6) Cu-CMP

化学機械研磨を、酸化膜34の表面まで行って、メッキCu42、シードCu40、バリアメタル38を除去して、図17に示すようにCu配線46を形成する。CMPにより研磨屑であるCu48がシリコン基板32のウ

ェハの表面周辺、端面、裏面に付着する。

【0080】(7) 汚染Cuの除去

この工程では、本発明の前述した洗浄装置のウェハ保持機構にウェハを保持する。

【0081】表面ノズル14から純水を噴出し、ウェハ表面の中央部に供給する。ここで、純水を噴出する時に、一時的に有機酸を流して、デバイス形成領域の表面に付着した汚染Cuを洗浄することが望ましい。同時に、エッジノズル18および裏面ノズル16からFPMを噴出する。表面ノズル14から噴出した純水およびエッジノズル18および裏面ノズル16から噴出されたFPMは、ウェハの回転によりウェハ端面に向かって流れる。

【0082】ウェハの表面周辺、端面、裏面に付着した汚染Cu48は、FPMに溶解され、Si基板表面から除去される。すなわち洗浄される。図18は、以上の洗浄処理により、汚染Cuが除去された状態を示す。なお、CMP後のウェハは、従来と同様、別工程でウェハ全体を洗浄液に浸漬して洗浄してもよいし、ブラシ洗浄してもよい。

【0083】

【実施例3】実施例3は、実施例2において、バリアメタルのスパッタ成膜の際に、バリアメタルがウェハの表面周辺から端面へ回り込んで形成された場合である。工程フローは、図5に示したフローと同じである。図19～図24は、各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図を示す。

【0084】以下、各工程順に説明する。

【0085】(1) 配線溝形成

図19に示すように、ウェハを構成するSi基板32上のデバイス形成領域上に酸化膜(SiO₂)34を成膜し、配線溝36を形成する。

【0086】(2) バリアメタル、シードCu成膜

図20に示すように、Cuの拡散を防止するためのバリアメタル38としてTaをスパッタ成膜し、続いてシードCu40をスパッタ成膜する。この場合、バリアメタル38およびシードCu40が共に、ウェハの表面周辺から端面、さらには裏面周辺に回り込んで成膜されている。

【0087】(3) メッキCu成膜

図21に示すように、図示しないがリングを設けて、リング内にメッキ液を注入して電解メッキによりメッキCu42を成膜する。このとき、メッキ液が漏れ、シードCu40上にメッキCu44が成長する。

【0088】(4) 不所望なシードCu、メッキCuおよびTaのエッチング除去

この工程では、本発明の前述したエッチング除去装置のウェハ保持機構にウェハを保持する。ウェハを回転させながら、表面ノズル14から純水を噴出し、ウェハ表面の中央部に供給する。同時に、エッジノズル18から、

FPMをウェハの表面周辺に供給し、裏面ノズル16からFPMをウェハ裏面中央にFPMを供給して、ウェハの表面周辺、端面、裏面周辺のCuをエッチング除去する。

【0089】続いて、表面ノズル14からは純水を、エッジノズル18および裏面ノズル16からHF溶液を噴出し、バリアメタル38であるTaを除去する。CuおよびTaが除去された状態を図22に示す。

【0090】(5) Cuアニール
アニールを行って、メッキCu42の膜質を改善する。 10

【0091】(6) Cu-CMP
化学機械研磨を、酸化膜34の表面まで行って、メッキCu、シードCu、バリアメタルを除去して、図23に示すようにCu配線46を形成する。CMPにより研磨層であるCu48がシリコン基板32のウェハの表面周辺、端面、裏面に付着する。

【0092】(7) 汚染Cuの除去
この工程では、本発明の前述した洗浄装置のウェハ保持機構にウェハを保持する。

【0093】表面ノズル14から純水を噴出し、ウェハ表面の中央部に供給する。同時に、エッジノズル18および裏面ノズル16からFPMを噴出する。表面ノズル14から噴出した純水およびエッジノズル18および裏面ノズル16から噴出されたFPMは、ウェハの回転によりウェハ端面に向かって流れる。 20

【0094】ウェハの表面周辺、端面、裏面に付着した汚染Cuは、FPMに溶解され、Si基板表面から除去される。すなわち洗浄される。図24は、以上の洗浄処理により、汚染Cuが除去された状態を示す。

【0095】以上の説明では、酸化膜上にCu配線を形成する例をもとに説明したが、本発明は、絶縁膜上にPt、Ir、IrOなどの金属配線や金属電極を形成する場合、あるいは、BST(チタン酸ストロンチウム・バリウム)やPZT(チタン酸ジルコニウム鉛)などの強誘電体膜を形成する場合にも適用できる。 30

【0096】

【発明の効果】本発明によれば、回転しているウェハの表面には、表面周辺に処理液をノズルにより供給すると同時に、ウェハ中央部に処理液の影響を受けないように保護するための純水などの液をノズルにより供給しているので、処理液がウェハの表面中央部に向かって流れ込むことはない。したがって、半導体デバイス配線材料などへのダメージを与えることなく、ウェハの表面周辺、端面、およびウェハ裏面に存在する金属汚染および金属膜を効果的に除去することが可能となる。 40

【0097】また、ウェハの表面周辺への処理液は、ノズルでビーム状として供給されるので、ウェハ周辺における処理液の接触位置の精度を高めることができるので、ウェハ端面にできるだけ近づけてデバイス形成領域を確保することが可能となる。 50

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエッチング除去装置または洗浄装置の一実施の形態におけるノズルの取付け位置を示す図である。

【図2】ウェハ保持機構の一例を示す図である。

【図3】ウェハ保持機構の他の例を示す図である。

【図4】ウェハ保持機構のさらに他の例を示す図である。

【図5】実施例の工程フロー図である。

【図6】実施例1の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図7】実施例1の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図8】実施例1の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図9】実施例1の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図10】実施例1の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図11】実施例1の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図12】Cu/SiO₂エッチング選択比のFPM組成比依存性を示す図である。

【図13】実施例2の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図14】実施例2の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図15】実施例2の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図16】実施例2の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図17】実施例2の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図18】実施例2の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図19】実施例3の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図20】実施例3の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図21】実施例3の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図22】実施例3の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図23】実施例3の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図24】実施例3の各工程における、デバイス形成領域を一部含んだウェハのエッジ部分の断面図である。

【図25】従来技術の一例を示す図である。

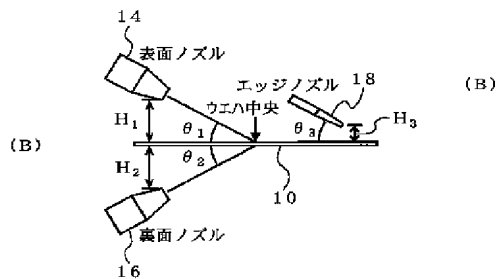
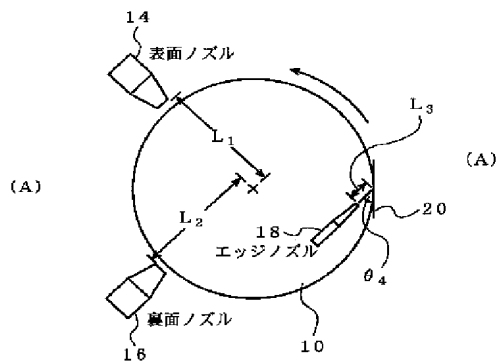
【図26】従来技術の他の例を示す図である。

【符号の説明】

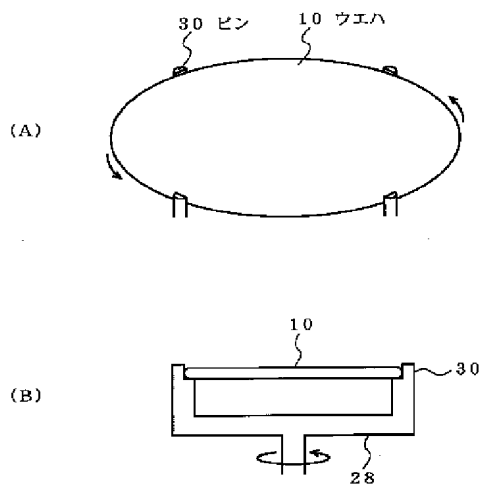
14 表面ノズル
16 裏面ノズル
18 エッジノズル
22 ウェハローラー
30 ピン
32 Si基板

* 34 酸化膜
36 配線溝
38 パリアメタル
40 シードCu
42, 44 メッキCu
* 48 汚染Cu

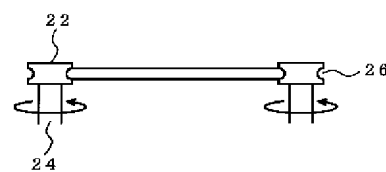
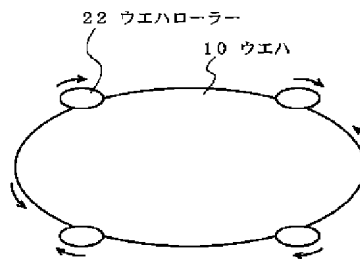
【図1】



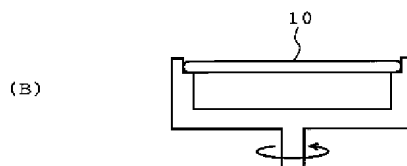
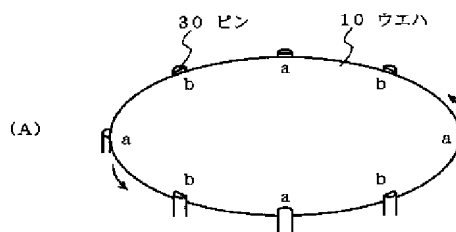
【図3】



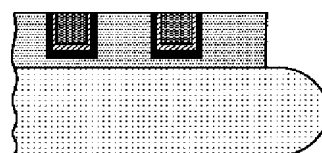
【図2】



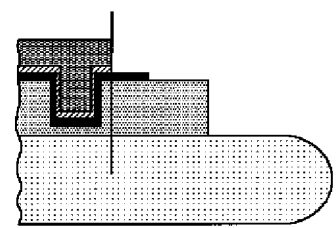
【図4】



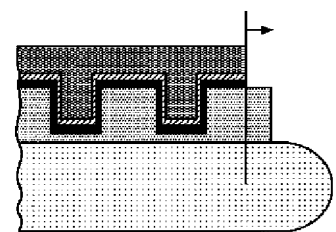
【図18】



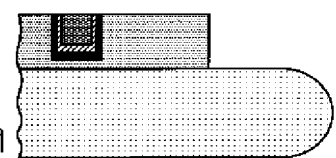
【図9】



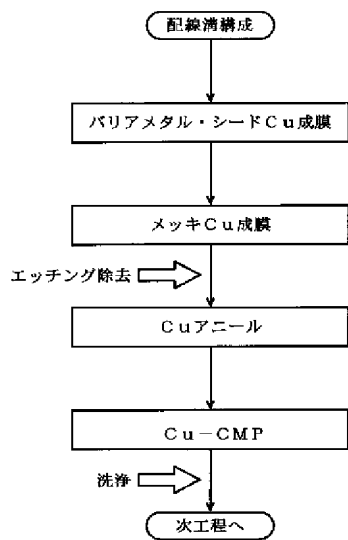
【図16】



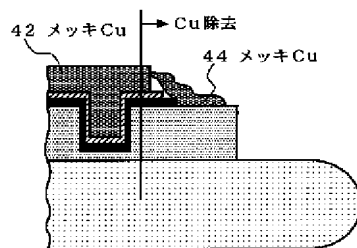
【図11】



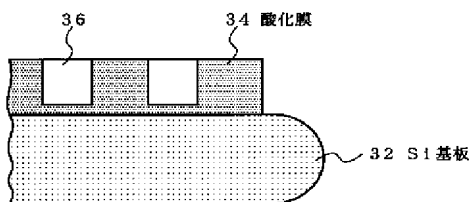
【図5】



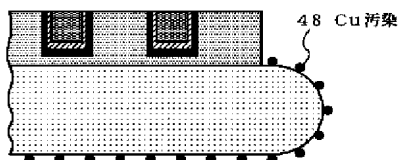
【図8】



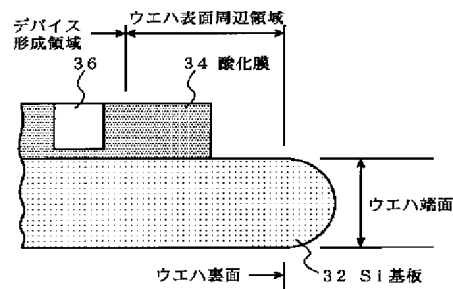
【図13】



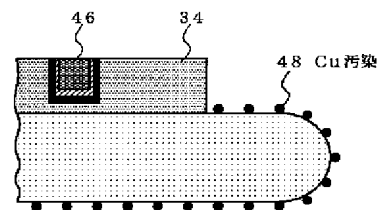
【図17】



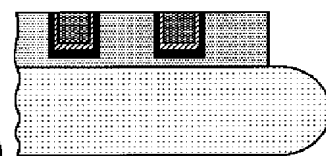
【図6】



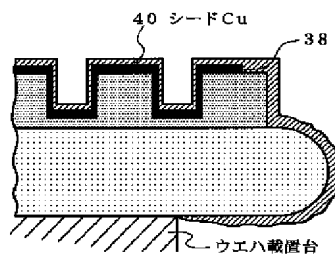
【図10】



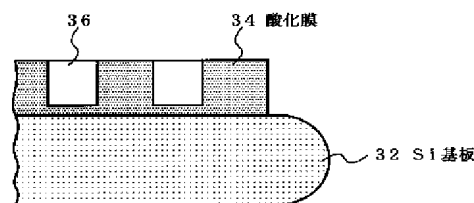
【図24】



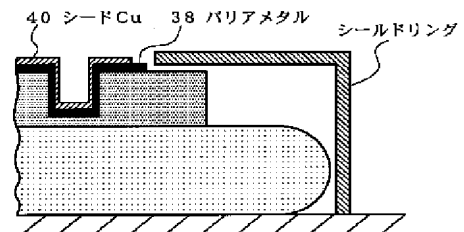
【図14】



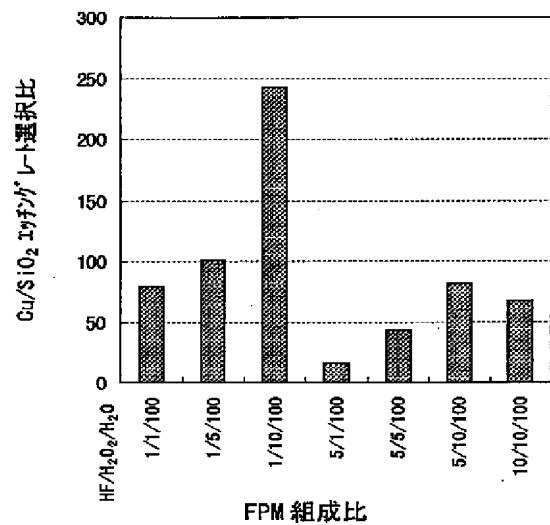
【図19】



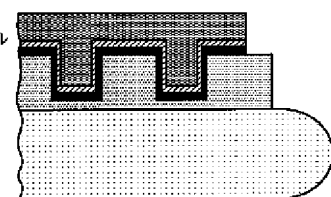
【図7】



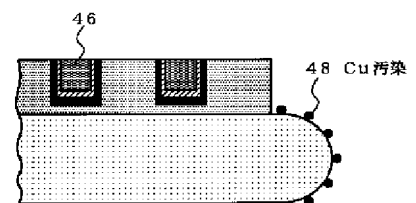
【図12】



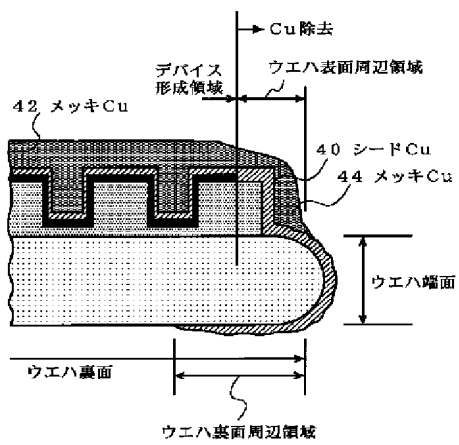
【図22】



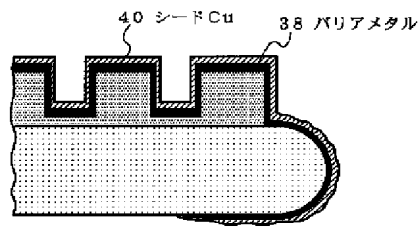
【図23】



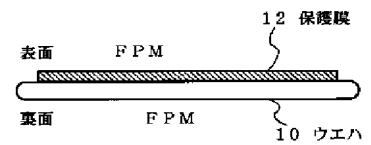
【図15】



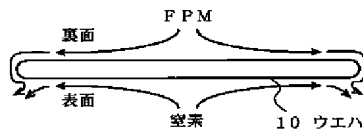
【図20】



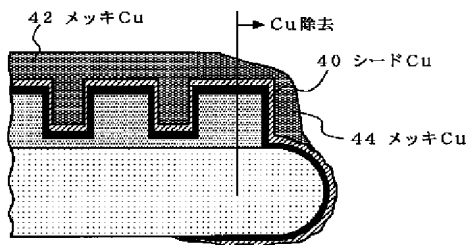
【図25】



【図26】



【図21】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/304	6 4 3	H 0 1 L 21/304	6 4 3 A
	6 4 7		6 4 7 A
			6 4 7 Z
21/308		21/308	F
			Z
		21/306	F

F ターム (参考) 3B201 AA03 AB08 AB34 AB42 BB24
 BB25 BB92 BB93 BB96 CB12
 4K057 WA01 WA11 WB04 WD10 WE02
 WE03 WE07 WE25 WM06 WM10
 WN01
 5F043 AA26 BB18 BB27 DD13 EE07
 EE08 EE35 GG02